

UNIVERSITÉ DE PARIS
ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1898-1899

THÈSE

N° 1

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le Samedi 15 Juillet 1899

PAR

Eymard LACOUR 

PHARMACIEN PRINCIPAL DE 2^e CLASSE DE L'ARMÉE A L'HOPITAL MILITAIRE DE VERSAILLES

LES
EAUX DE VERSAILLES

Étude historique, chimique et bactériologique

(De 1893 à 1899)

Président : M. PLANCHON, directeur.

Juges : MM. { MOISSAN, professeur.
GAUTHIER, agrégé.



PARIS
SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS SCIENTIFIQUES

PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

4, Rue Antoine-Dubois, 4

1899

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1898-1899

THÈSE

N° 1

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS
(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le Samedi 15 Juillet 1899

PAR

Eymard LACOUR ✱, ○

PHARMACIEN PRINCIPAL DE 2^e CLASSE DE L'ARMÉE A L'HOPITAL MILITAIRE DE VERSAILLES

LES

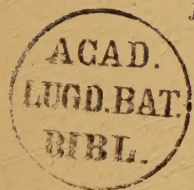
EAUX DE VERSAILLES

Étude historique, chimique et bactériologique

(De 1893 à 1899)

Président : M. PLANCHON, directeur.

Juges : MM. { MOISSAN, professeur.
 { GAUTHIER, agrégé.



PARIS

SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS SCIENTIFIQUES

PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

4, Rue Antoine - Dubois, 4

1899

École supérieure de Pharmacie

ADMINISTRATION

MM. G. PLANCHON, Directeur, O ,  I.
A. MILNE-EDWARDS, Assesseur, Membre de l'Institut, C ,  I.
É. MADOULÉ, Secrétaire,  I.

PROFESSEURS

MM. PLANCHON, O  ,  I.....	Matière médicale.
A. MILNE-EDWARDS, Membre de l'Institut, C  ,  I.....	Zoologie.
RICHE, O  ,  I.....	Chimie minérale.
JUNGFLEISCH,  ,  I.....	Chimie organique.
LE ROUX, O  ,  I.....	Physique.
BOUCHARDAT, C  ,  I.....	Hydrologie et Minéralogie.
PRUNIER,  I.....	Pharmacie chimique.
MOISSAN, Membre de l'Institut, O  ,  I.....	Toxicologie.
GUIGNARD, Membre de l'Institut,  ,  I.....	Botanique générale.
VILLIERS-MORIAMÉ,  I.....	Chimie analytique.
BOURQUELOT,  I.....	Pharmacie galénique.
BEAUREGARD,  ,  I.....	Cryptogamie.

Directeur et professeur honoraires : M. CHATIN, Membre de l'Institut, O ,  I.
Professeurs honoraires : MM. BERTHELOT, Membre de l'Institut, G. C. ,  I.
MARCHAND,  I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. LEIDIÉ,  I.		MM. BERTHELOT,  A.
GAUTHIER,  A.		RADAIS,  A.
OUVRARD,  I.		

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. GRIMBERT	Chimie générale.
LEXTREIT,  I	Chimie analytique.
PERROT,  A	Micrographie.
QUESNEVILLE,  I	Physique.

Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. CHASTAING,  I.
Bibliothécaire : M. DORVEAUX,  I

A

MONSIEUR HENRI MOISSAN O  O

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE
DE PHARMACIE

A

MONSIEUR HIPPOLYTE MARTY O  O I

PHARMACIEN INSPECTEUR DE L'ARMÉE
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Hommage respectueux.

INTRODUCTION

En présence des divergences d'opinions que nous avons pu constater au sujet de la nature et de la valeur des eaux d'alimentation de la ville de Versailles et de sa banlieue, même parmi les personnes les plus compétentes, nous avons désiré élucider cette importante question. Pour cela, nous avons entrepris des recherches personnelles que nous résumons dans ce travail.

E. L.

LES EAUX DE VERSAILLES

L'ensemble du système hydraulique actuel de la ville de Versailles, se divise en deux branches principales et une branche secondaire, que nous allons étudier successivement.

Les deux branches principales sont, d'une part, le système des étangs, qui date du XVII^e siècle et qui est l'œuvre de Vauban, de l'autre, les eaux de la vallée de la Seine élevées par les machines de Marly. Ces eaux qui, naguère, étaient celles de la Seine elle-même, ont été remplacées par des eaux de sources puisées dans le terrain de la craie, à une profondeur d'environ 21 mètres au-dessous du niveau de la Seine, depuis que ce fleuve a été souillé par les affluences des égouts.

L'eau des étangs descend naturellement à Versailles dans les réservoirs de distribution. Celle de la vallée de la Seine, qui possède un niveau très inférieur, est élevée par des machines à vapeur et hydrauliques. Nous allons successivement étudier ces deux systèmes.

CHAPITRE PREMIER

ALIMENTATION DE VERSAILLES PAR LES EAUX DES ÉTANGS. (Voir *Planche I*).

L'alimentation de Versailles par les eaux des étangs est à peu près restée, dans son ensemble, ce qu'elle était lors de sa création par Vauban, sous le règne de Louis XIV.

Les eaux pluviales de deux plateaux compris, le premier à l'ouest, entre Rambouillet et Saint-Cyr, le second au sud, entre la Bièvre et L'Yvette, sont recueillies et retenues dans 10 étangs.

Les surfaces versantes sont d'environ 15.000 hectares.

L'ensemble de la superficie des étangs est de 686 hectares et leur contenance totale utilisable lorsque tous sont remplis, de 8.179.779 mètres cubes. C'est plus du triple de la consommation annuelle de la ville.

Tous ces étangs peuvent être divisés en deux zones bien distinctes.

Ceux de la première zone ou étage supérieur, compris dans les côtes de 158 à 171, à l'ouest, entre Rambouillet et Versailles ; ceux de la deuxième dans les côtes de 144 à

158, au sud, entre les vallées de la Bièvre et de L'Yvette.

Les étangs de la première zone sont répartis sur trois cantons : Saint-Hubert, Le Mesnil-Saint-Denis et Trappes. Ils sont au nombre de sept. Ce sont, par ordre d'altitude, en allant de l'ouest à l'est, de Rambouillet à Saint-Cyr, les étangs de Latour, de Du Perray, de Saint-Hubert, du Mesnil-Saint-Denis, de Trappes ou Saint-Quentin, de Bois-d'Arcy et de Bois-Robert. Il existe en outre un certain nombre de retenues.

La deuxième zone ou étage inférieur ne comprend qu'un seul canton, celui de Saclay, avec trois étangs ; Saclay, Trou-Salé et Prés-Clos ; encore ce dernier est-il en grande partie abandonné.

On compte en outre deux retenues qui sont en réalité de petits étangs ; à Villiers-le-Baclet et à Orsigny.

Des surfaces versantes, les eaux sont recueillies dans les étangs de chaque groupe, directement ou par un système de petits canaux ou rigoles à ciel ouvert, formant dans leur ensemble un drainage dont le développement atteint 122.336 mètres. Quant aux étangs, constitués par des cuvettes à fond plat argileux, ils communiquent entre eux par des rigoles à ciel ouvert, ou le plus souvent par des aqueducs souterrains dont le développement total est de 34.776 mètres.

Les terrains sur lesquels s'opère le drainage, sont des terrains de culture ou des terrains boisés. Leurs couches superficielles, formées en majeure partie d'argiles de toutes catégories, sont imperméables.

C'est après avoir glissé sur ces terrains riches en matières organiques, que les eaux viennent se jeter dans les rigoles, pour se rendre ensuite dans les différents étangs.

Les eaux de la première zone ou étage supérieur, sont dirigées par l'aqueduc de Trappes, d'un développement de 10.800 mètres, sur Versailles, au carré dit de Trappes,

placé sur la butte de Gobert, dans l'enclos des réservoirs de ce nom, à la côte de 156^m41. A leur arrivée à ce bassin, les eaux des étangs passent sur une surface filtrante disposée en forme de trapèze ayant 33 mètres de superficie. Le filtre est composé d'une couche de gravier fin reposant sur du gravier beaucoup plus gros, renfermé dans des boîtes en tôle perforée. La filtration se fait de haut en bas. Quant à l'eau qui traverse ce filtre, elle pénètre directement dans un bassin rectangulaire de petites dimensions, d'où elle se rend aussitôt, par trois conduites en fonte de 0^m50 de diamètre, au réservoir de Montbauron.

Du même bassin, on peut envoyer de l'eau du carré de Trappes dans les réservoirs de Gobert, en levant une soupape placée à l'origine d'une quatrième conduite, en fonte également, mais de 0^m28 de diamètre seulement.

Il y a donc en ce point, communication possible entre le système de Trappes et celui de Saclay.

Les eaux de la deuxième zone ou étage inférieur, arrivent des étangs de Saclay par les aqueducs de Saclay, des Loges, de Buc et des Gonards au carré dit de Saclay, situé dans l'enclos de Gobert à 148 mètres d'altitude; de là, sans passer par aucun filtre, même dégrossisseur, elles aboutissent par des tuyaux se bifurquant en Y dans les réservoirs de Gobert.

Les réservoirs de Gobert, situés à l'extrémité de l'avenue de Sceaux à Versailles, occupent un vaste enclos quadrilatère. Ils sont au nombre de deux : un long dirigé du nord au sud et un carré, situé plus au nord.

Ces réservoirs sont en communication directe, au moyen de tuyaux en fonte; mais on peut, à l'aide de soupapes, interrompre cette communication.

Les deux bassins ont à peu près les mêmes dimensions.

Leurs surfaces réunies donnent une superficie de 33.954 mètres carrés avec un cube de 45.227 mètres.

La côte de superficie des bassins se trouve à 144^m51, tandis que celle des réservoirs de Montbauron est à 156^m41, soit une différence de 14^m90. Alors que presque tous les points de la ville sont accessibles à l'eau envoyée de Montbauron, celle des réservoirs de Gobert ne peut être distribuée que dans les quartiers bas.

On voit, par ce qui précède, que l'utilité du système de Saclay se trouve limitée. L'eau qu'il fournit est surtout utilisée pour assurer le service des parcs, le jeu des grandes eaux et l'arrosage des voies publiques.

Étant donné l'impureté de ce liquide et son manque absolu de filtration, l'eau de l'étage inférieur ne devrait servir à aucun autre usage. Et pourtant, lorsqu'il y a pénurie dans les autres réservoirs, le contenu des bassins de Gobert, sert à l'alimentation de certains quartiers de la ville.

Ce qui caractérise particulièrement les réservoirs de Gobert, c'est qu'ils ne peuvent jamais contenir que de l'eau d'étangs provenant surtout du système de Saclay.

L'eau des réservoirs de Gobert a un aspect sale, gris noirâtre, en tout temps elle est trouble et laisse déposer une grande quantité de matières en suspension. Elle est bien moins souvent renouvelée que celle de Montbauron, excepté pendant la période du jeu des grandes eaux où elle est renouvelée au moins une fois par mois.

D'après ce rapide exposé, il est facile de se rendre compte de l'importance du service des eaux d'étangs et de son double rôle dans l'alimentation de Versailles, en cas de chômage de la machine de Marly.

A trois reprises différentes et assez éloignées, nous nous sommes livrés à l'étude des eaux des carrés de Trappes

et de Saclay, réservoirs où viennent aboutir toutes les eaux des étangs, ainsi qu'il a été dit plus haut. Le carré de Trappes recevant l'eau de tous les étangs supérieurs et celui de Saclay l'eau de tous les étangs inférieurs.

Procédés Analytiques.

Afin d'éviter les redites, nous allons développer une fois pour toutes les procédés que nous avons toujours employés dans nos recherches chimiques et bactériologiques.

MATIÈRES ORGANIQUES. — On est convenu d'appeler matières organiques des eaux, tout un ensemble de principes de nature végétale ou animale, vivants ou non, qui existent dans l'eau. Ces principes sont tous susceptibles d'être détruits par oxydation.

Ils proviennent des poussières du sol et de l'atmosphère qui se dissolvent dans l'eau, de matières organiques souterraines (terrains tourbeux et carbonifères), du contact de l'eau avec les détritux de la vie.

Ces matières se divisent en quatre groupes : matière organique vivante animale, matière organique vivante végétale, matière organique inerte animale et matière organique inerte végétale.

Les produits des deux premiers groupes sont insolubles et susceptibles d'être séparés par filtration, ceux des derniers groupes sont solubles et la filtration ne peut les séparer.

L'évaluation de la matière organique repose sur le principe suivant : Si à de l'eau renfermant de la matière organique en dissolution ou en suspension, on ajoute du permanganate de potassium, la coloration du caméléon dispa-

rait à froid, ou plus rapidement à chaud, et fait place à un dépôt brun d'oxydes de manganèse, l'oxygène manquant ayant été absorbé par la matière organique.

Dans nos deux premières recherches, nous n'avions dosé la matière organique qu'en solutions alcalines ; dans les dernières, nous avons complété par le dosage en solutions acides.

Dosage en solution acide. — Nous faisons bouillir successivement 200 centimètres cubes d'eau distillée avec 10 centimètres cubes d'une solution d'acide sulfurique au cinquième et 20 centimètres cubes (plus si c'est nécessaire) de liqueur de permanganate de potassium préparée de manière à ce que 1 centimètre cube corresponde à 0^{gr}. 000,1 d'oxygène ou à 0^{gr}. 000,78 d'acide oxalique. Nous prolongeons l'ébullition pendant dix minutes exactement ; puis, 200 centimètres cubes de l'eau à analyser additionnée aussi de 10 centimètres cubes d'acide et de 20 centimètres cubes de permanganate, prolongeant aussi l'ébullition pendant dix minutes.

Nous ramenons ensuite le plus rapidement possible la température des deux ballons aux environs de 30°, puis nous versons dans chacun 20 centimètres cubes d'une solution de sulfate de protoxyde de fer préparée en dissolvant cinq grammes de sulfate ferreux ammoniacal cristallisé pur dans un litre d'eau additionné de 20 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré.

La liqueur se décolore rapidement.

Nous versons alors du permanganate jusqu'à l'apparition d'une légère teinte rose.

La différence entre le volume du permanganate consommé par le ballon d'eau distillée et celui de l'eau à analyser multiplié par 5, donne en dixièmes de milligrammes le

poids de l'oxygène emprunté au permanganate de potasse par litre d'eau.

Dosage en solution alcaline. — Nous introduisons dans un ballon 100 centimètres cubes de l'eau à analyser puis 200 centimètres cubes de la même eau dans un deuxième ballon. Nous ajoutons dans chacun 20 centimètres cubes de la solution de permanganate, puis 20 centimètres cubes d'une solution saturée de bicarbonate de soude.

Nous faisons bouillir très exactement pendant dix minutes, refroidissons rapidement à environ 30°, puis ajoutons 10 centimètres cubes de l'acide sulfurique au cinquième et 20 centimètres cubes de sulfate ferreux.

Nous ramenons à la teinte rose au moyen du permanganate, et la différence entre les deux ballons multipliée par 10 exprime en dixièmes de milligrammes, le poids de l'oxygène emprunté par litre.

La liqueur de permanganate de potassium se prépare en dissolvant 3 gr. 162 de ce sel dans 1000 centimètres cubes d'eau distillée, ce qui correspond à 0 gr. 000,8 d'oxygène ou 0 gr. 006,3 d'acide oxalique par centimètre cube.

En ajoutant 125 centimètres cubes de cette liqueur à quantité suffisante d'eau distillée pour un litre, on obtient une solution dont chaque centimètre cube correspond à 0 gr. 000,1 d'oxygène ou 0 gr. 000,738 d'acide oxalique.

C'est cette solution dont on s'est servi pour les analyses.

Dosage de l'oxygène en dissolution. — Nous avons suivi le procédé aux protosels de fer, basé sur la transformation du sulfate ferreux en sulfate ferrique, au contact de l'oxygène. Nous avons fait usage de la pipette Albert Lévy.

Pour opérer le dosage, nous remplissions la pipette de

l'eau à analyser, par aspiration ; lorsqu'elle était pleine, nous fermions les deux robinets, rejetions l'excédent d'eau qui se trouvait dans l'entonnoir, puis, après l'avoir fixée sur un support, nous faisons plonger la pointe dans un vase contenant de l'acide sulfurique au *demi* ? Nous introduisons ensuite 2 centimètres cubes d'une solution de potasse au dixième, puis 4 centimètres cubes d'une solution de sulfate de fer ammoniacal préparée en dissolvant 40 grammes de ce sel dans 1000 centimètres cubes d'eau acidulée avec 10 centimètres cubes d'acide sulfurique pur. Il se formait alors un précipité, mélange de protoxyde et de peroxyde de fer. Nous attendions quelques instants que la réaction fut complète, puis nous introduisons 4 centimètres cubes d'acide sulfurique au demi, en laissant le robinet inférieur fermé, et nous laissons en contact jusqu'à dissolution complète des oxydes de fer.

Le contenu de la pipette étant devenu limpide, nous le versions dans une capsule pour procéder au titrage de l'excès de sulfate de fer ajouté, à l'aide d'une solution de permanganate de potassium, dont 1 centimètre cube correspondait à 0^{gr}. 000,1 d'oxygène.

Nous avons déjà donné la composition de cette solution à propos du dosage des matières organiques.

Dosage de l'ammoniaque salin ou libre. — Nous avons fait usage du procédé de Nessler.

Nous distillons 500 centimètres cubes d'eau avec du carbonate de soude pur et calciné ; nous recevons le produit de la distillation dans plusieurs tubes par fraction de 50 centimètres cubes, n'arrêtant l'opération que lorsqu'il ne se produisait plus aucune réaction avec le réactif de Nessler.

Pour faire les dosages, nous versions le contenu de chaque

tube dans une éprouvette jaugée à 50 centimètres cubes, nous ajoutons 2 centimètres cubes du réactif de Nessler. Si la liqueur venait à se troubler, nous ne prenions que la moitié ou le quart du liquide distillé et l'étendions à 50 centimètres cubes en tenant compte de cette dilution dans le calcul.

Dans une éprouvette semblable, nous versions 50 centimètres cubes d'eau distillée et 2 centimètres cubes de réactif de Nessler ; puis, à l'aide d'une burette divisée en dixièmes de centimètres cubes, nous introduisions une solution de chlorhydrate d'ammoniaque, préparée en dissolvant 0^{gr} 315 de ce sel pur et sec dans 1000 centimètres cubes d'eau distillée exempte de trace d'ammoniaque. Un centimètre cube de cette liqueur équivaut à 0^{gr} 001 d'ammoniaque. Nous versions de cette solution jusqu'à ce que les teintes fussent égales dans les deux tubes. Nous notions alors la quantité de chlorhydrate employé et déduisions le poids de l'ammoniaque.

En additionnant les résultats fournis par chaque tube, on obtenait tout l'ammoniac-salin contenu dans 500 centimètres cubes d'eau et en multipliant par 2 celui du litre.

Nous préparions le réactif de Nessler en dissolvant 40 grammes d'iodure de potassium dans 100 centimètres cubes d'eau chaude, puis en ajoutant à l'ébullition du biiodure de mercure jusqu'à saturation complète. Après refroidissement, on diluait avec 400 centimètres cubes d'eau et laissait reposer pendant 48 heures. On filtrait, puis on versait dans la solution 750 centimètres cubes de lessive de soude concentrée pure, exempte de carbonate. Si le liquide venait à se troubler, on filtrait de nouveau jusqu'à clarification complète, on décantait après un long repos en rejetant toute la partie trouble.

Dosage de l'ammoniaque des albuminoïdes. — Pour doser l'ammoniaque des albuminoïdes, nous ajoutons au résidu provenant du dosage de l'ammoniaque libre ou salin 50 centimètres cubes

d'une solution préparée en dissolvant dans un litre d'eau distillée, 8 grammes de permanganate de potasse pur cristallisé et 200 grammes de potasse à l'alcool, puis nous distillons et suivions la même marche que pour le dosage de l'ammoniaque salin.

En additionnant les résultats obtenus pour chaque tube, nous avons l'ammoniaque des albuminoïdes contenu dans 500 centimètres cubes. Nous doublions pour rapporter au litre.

Dosage des azotites. — Pour doser les azotites, nous introduisons 100 centimètres cubes d'eau dans une éprouvette, et dans une seconde éprouvette exactement semblable, 10 centimètres cubes d'une solution titrée d'azotite de soude que nous étendons à 100 centimètres cubes avec de l'eau distillée.

Nous ajoutons à chacune des deux éprouvettes 1 centimètre cube d'une solution au centième de chlorhydrate de méta-phénylène-diamine décolorée au noir animal et 1 centimètre cube d'acide sulfurique dilué dans 2 centimètres cubes d'eau distillée. Nous laissons reposer 20 minutes, puis, si nous obtenions une couleur jaune orange, nous déterminions le rapport d'intensité des teintes et par suite, la proportion des nitrites.

La solution titrée de nitrite de soude se prépare en dissolvant 0^{gr} 406 de nitrite d'argent pur et cristallisé dans 100 centimètres cubes d'eau distillée bouillante, on précipite par un léger excès de chlorure de sodium pur, puis on complète le volume à un litre avec de l'eau distillée, on laisse alors déposer la liqueur puis on la décante. Un centimètre cube de cette solution renferme 0^{gr} 0001 d'acide azoteux-anhydre.

Dosage des azotates. — Pour doser les nitrates, nous avons eu recours au procédé Grandval et Lajoux, basé sur la transformation de l'acide sulfophénique en acide picrique et sur l'intensité de coloration du picrate d'ammoniaque.

Nous avons préparé le réactif sulfophénique en dissolvant par petite quantité et refroidissant 75 grammes d'acide phénique pur en neige dans 925 grammes d'acide sulfurique pur.

D'autre part, nous pesions 0^{gr}50 d'azotate de potasse pur et sec que nous faisons dissoudre dans 1000 centimètres cubes d'eau distillée et dont 10 centimètres cubes représentaient 0^{gr} 005 d'azotate.

Après avoir fait évaporer au bain-marie 10 centimètres cubes de cette solution dans une petite capsule de porcelaine, nous laissons refroidir et nous ajoutons 1 centimètre cube d'acide sulfophénique que nous promenions sur les parois de la capsule, puis quelques centimètres cubes d'eau distillée et de l'ammoniaque en excès. Enfin, après apparition de la coloration jaune intense, nous complétons à 500 centimètres cubes avec de l'eau distillée et mélangions bien le tout.

Nous préparions alors la gamme suivante avec des tubes de mêmes diamètres bouchés.

Dans le premier tube, nous mettions 50 centimètres cubes de cette liqueur type correspondant à 0^{gr} 50 par litre ; dans le second 40 centimètres cubes et 10 centimètres cubes d'eau correspondant à 0^{gr} 40 de nitrate ; dans le troisième, 30 centimètres cubes d'eau correspondant à 0^{gr} 30 de nitrate et ainsi de suite, de façon à avoir des tubes de 25, 20, 15, 10, 8, 6, 4, et 1 centimètres cubes de liqueur type et la quantité d'eau nécessaire pour obtenir 50 centimètres cubes.

La gamme établie, pour doser les azotates dans l'eau mise en expérience, nous évaporions à sec au bain-marie dans une capsule de porcelaine, 10 centimètres cubes de cette eau ; après refroidissement nous versions 10 gouttes du réactif acide sulfophénique, puis nous étendions d'eau, ajoutons un excès d'ammoniaque et amenions le volume à 50 centimètres cubes dans un tube semblable à ceux de l'échelle colorée, puis nous jugions par comparaison.

Dans le cas où la teinte aurait été plus foncée que celle du premier tube type, nous aurions dilué le contenu du tube à 500 centimètres cubes par exemple et multiplié par dix le résultat obtenu.

Dosage de l'acide carbonique total. — Nous avons dosé l'acide carbonique en ajoutant à un litre d'eau une solution de chlorure de baryum ammoniacal en excès.

Après 24 heures de repos, nous recueillions le précipité sur un petit filtre et après l'avoir convenablement lavé, nous le dissolvions dans de l'acide chlorhydrique pur étendu.

Dans cette solution, nous dosions la baryte correspondant à l'acide carbonique de l'eau, en la précipitant par un léger excès d'acide sulfurique et en opérant comme il sera dit plus loin, à propos du dosage des sulfates. Le poids de sulfate de baryte obtenu, multiplié par 0.1888, donnait la quantité d'acide carbonique correspondante.

Dosage de l'acide sulfurique et des sulfates. — On commençait par réduire un demi-litre d'eau à environ 200 centimètres cubes, on acidulait à l'acide chlorhydrique pur, puis on versait peu à peu sur le liquide bouillant, un léger excès de chlorure de baryum. On maintenait l'ébullition pendant dix minutes, afin de bien agréger le précipité; on jetait alors sur filtre, lavait, séchait et calcinait. Après avoir ajouté deux ou trois gouttes d'acide sulfurique pur, pour transformer en sulfate le sulfure qui aurait pu se former sous l'influence du charbon du filtre, on chassait l'excès d'acide en calcinant à nouveau et finalement on pesait.

Du poids du sulfate de baryte on déduisait par le calcul celui de l'acide sulfurique contenu dans un litre d'eau.

Dosage du chlore et des chlorures. — Nous avons procédé au dosage des chlorures en ajoutant à 100 centimètres cubes d'eau, quatre gouttes de chromate neutre de potasse en solution au dixième, puis, en versant au moyen d'une burette, une liqueur titrée d'azotate d'argent jusqu'à ce que le précipité, d'abord blanc, ait pris une teinte très faiblement rouge, mais cependant bien appréciable. Nous faisons alors la lecture de la burette, puis nous déterminions la correction à faire subir à cette lecture en recommençant la même expérience sur de l'eau distillée exempte de chlorure.

Nous avons préparé la liqueur titrée d'azotate d'argent en faisant dissoudre 0^{gr}70 de ce sel dans 1000 centimètres cubes d'eau distillée. Un centimètre cube de cette solution, qui est la liqueur normale décime, équivaut à 0^{gr}003545 de chlore et à 0^{gr}003645 d'acide chlorhydrique, d'où l'on peut déduire le poids de chlorure correspondant.

Dosage de l'hydrogène sulfuré. — Nous avons dosé l'hydrogène sulfuré en versant 100 centimètres cubes d'eau dans un verre à expérience, en ajoutant 5 centimètres cubes d'empois clair d'amidon, puis en versant, à l'aide d'une burette graduée, une solution normale centime d'iode récemment préparée, jusqu'à coloration bleue de la liqueur.

Un centimètre cube de la solution normale centime d'iode correspondant à 0^{gr}00127 d'iode, à 0^{gr}0016 de soufre et à 0,0017 d'hydrogène sulfuré.

Dosage du résidu sec. — Nous avons opéré le dosage du résidu sec en faisant évaporer peu à peu au bain-marie 500 centimètres cubes d'eau et en achevant la dessiccation dans l'étuve à air de Wiesnegg à 110°.

Perte au rouge. — Après avoir pesé le résidu desséché à $+110^{\circ}$, nous le portions dans un fourneau à Moufle où nous le maintenions au rouge sombre pendant une heure, puis après l'avoir laissé refroidir dans l'appareil à dessiccation, nous le pesions à nouveau.

Cette opération n'a pas grande valeur au point de vue analytique, la différence de poids portant non seulement sur la décomposition et la disparition des matières organiques, mais encore sur la décomposition et la volatilisation complète ou partielle des carbonates et des chlorures.

Dosage de la silice. — Nous avons dosé la silice en évaporant au bain-marie un litre d'eau rendu acide par de l'acide chlorhydrique pur. Le résidu repris par l'acide chlorhydrique étendu était jeté sur filtre sans pli et lavé à l'eau distillée jusqu'à disparition de l'acidité. On séchait ensuite le filtre à l'étuve et après l'avoir calciné dans une capsule de platine, on en prenait le poids.

Dosage du fer et de l'alumine. — Dans la liqueur filtrée privée de la silice, on versait de l'ammoniaque pure en léger excès et faisait bouillir jusqu'à cessation d'odeur ammoniacale. On jetait alors sur un filtre Duren. Le précipité de peroxyde de fer et d'alumine bien lavé à l'eau bouillante était ensuite séché, calciné et pesé.

Après avoir redissout le précipité à chaud, dans la capsule même, avec de l'acide chlorhydrique fumant, on versait la solution dans un ballon de 250 centimètres cubes, on ajoutait du zinc pur et fermait le ballon avec un bouchon portant un tube effilé; l'hydrogène naissant réduisait le peroxyde de fer à l'état de protoxyde. La réduction demandait environ un quart d'heure. On versait alors la liqueur dans un vase à précipité, on lavait le ballon à l'eau

distillée bouillie et on titrait rapidement à l'aide d'une solution normale centime de permanganate de potassium, un centimètre cube de cette solution correspondant à 0^{gr} 00056 de fer, à 0^{gr} 00072 d'oxyde ferreux et à 0^{gr} 0008 d'oxyde ferrique. On obtenait l'alumine par différence.

Dosage de la chaux. — Le liquide filtré provenant du précédent dosage est rendu alcalin par addition d'ammoniaque, puis on y verse un léger excès d'oxalate d'ammoniaque et l'on porte à l'ébullition que l'on maintient environ un quart d'heure; la chaux est précipitée à l'état d'oxalate; on filtre, lave et calcine.

Lorsque le creuset de platine est refroidi, on mouille de quelques gouttes d'acide sulfurique étendu le résidu; on évapore doucement et on calcine à nouveau. On a ainsi toute la chaux à l'état de sulfate, dont le poids multiplié par 0,41176 donne la chaux anhydre.

Dosage de la magnésie. — La liqueur séparée de la chaux est additionnée d'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline, puis on y verse du phosphate de soude en excès; on agite et on laisse reposer 24 heures. Il se forme un précipité de phosphate-ammoniac-magnésien. On filtre, on lave bien à l'eau ammoniacale au tiers, on sèche, on calcine et on pèse le pyrophosphate de magnésie. Le poids trouvé multiplié par 0,36036 donne la magnésie.

Dosage des alcalis. (Potasse et soude). — Pour le dosage des alcalis, nous avons toujours évaporé à un petit volume, (250 centimètres cubes) deux litres d'eau; nous ajoutons un léger excès d'eau de baryte et portons à l'ébullition. Toutes les bases des quatre premières classes qui pouvaient se trouver dans l'eau, étant précipitées, nous filtrons et lavons bien le précipité.

Dans la liqueur filtrée, nous précipitions l'excès de baryte par le carbonate d'ammoniaque, nous faisions bouillir pour décomposer le bicarbonate de baryte qui aurait pu se former et nous filtrions à nouveau. Après avoir acidulé le liquide filtré avec de l'acide chlorhydrique pur, nous l'évaporions dans une capsule de platine tarée d'avance, et nous calcinions légèrement afin d'éviter les pertes par volatilisation, les alcalis étant à l'état de chlorures que nous pesions.

Nous versions alors un peu d'eau distillée chaude sur le mélange de chlorures, nous ajoutions du chlorure de platine en léger excès, et nous évaporions au bain-marie.

Le résidu de l'évaporation était repris par un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther, puis nous jetions sur un filtre Berzélius desséché à 100° ; nous lavions le précipité avec le mélange d'alcool et d'éther jusqu'à disparition de la couleur jaune ; nous desséchions à nouveau jusqu'à ce que le poids fut devenu fixe, nous avions ainsi la potasse à l'état de chloro-platinate dont le poids multiplié par 0.30507 donnait le chlorure de potassium correspondant.

Le poids des chlorures alcalins étant connu et celui du chlorure de potassium venant d'être déterminé, nous obtenions le chlorure de sodium par différence.

Connaissant les poids de chlorure de potassium et de chlorure de sodium, nous obtenions le poids de la potasse anhydre en multipliant celui du chlorure de potassium par 0,6318 et celui de la soude anhydre en multipliant par 0,5302 le poids du chlorure de sodium.

Recherches bactériologiques

Dans nos examens bactériologiques, nous avons toujours opéré de la même manière. Les numérations étaient faites

avant que la liquéfaction des plaques vint les rendre impossibles.

Nous avonsensemencé sur gélatine ou gélatine-gélose suivant la saison.

MODE OPÉRATOIRE. — Dans des flacons stérilisés à l'autoclave à $+115^{\circ}$ et contenant 9, 99, 499 ou 999 centimètres cubes d'eau distillée, suivant la teneur présumée de l'eau en espèces microbiennes, nous ajoutions, après complet refroidissement, un centimètre cube de l'eau à examiner et agitions de façon à avoir un mélange bien intime.

D'autre part, nous portions au bain-marie des tubes de gélatine ou gélatine-gélose, suivant le cas, remplis à 10 centimètres de hauteur, jusqu'à liquéfaction complète du contenu.

Après avoir débouché avec précaution le tube choisi, nous introduisions aussi rapidement que possible, à l'aide d'une pipette stérilisée, un centimètre cube du liquide dilué, nous opérions le mélange en roulant sans secousses brusques le tube entre les mains pour éviter les bulles d'air, et nous introduisions le contenu du tube dans une boîte de Pétri stérilisée ; et cela en soulevant le couvercle très légèrement, de façon à éviter le plus possible l'introduction des germes de l'air. Cette boîte, soigneusement étiquetée avec la date et le chiffre de la dilution, était placée sur un plan bien horizontal et remuée avec précaution pour arriver à un mélange bien intime et à une égale répartition des microbes contenus dans la solutionensemencée. Après solidification du milieu de culture, nous portions la boîte de Pétri dans un lieu dont la température pouvait varier entre 18° et 20° .

Les cultures étaient examinées chaque jour à la même heure et comptées le plus tardivement possible, au moment où la liquéfaction s'opposait désormais à toute numération. On multipliait alors par 10, 100, 500 ou 1000, suivant le degré

de dilution, pour avoir le nombre de germes par centimètre cube d'eau.

Recherche des bacilles pathogènes

Le bacille d'Eberth-Gaffky a été trouvé deux fois au cours de nos recherches, en mars 1899, dans l'eau du carré de Saclay et dans l'eau de Satory en avril 1899. Nous avons aussi constaté sa présence dans l'eau de la Seine en avril 1899.

Pour préparer notre milieu d'Elsner, nous mettions à digérer 250 grammes de pulpe de pomme de terre convenablement préparée dans un litre d'eau. Au bout de 24 heures, nous exprimions fortement, laissions reposer une journée le liquide obtenu, puis décantions et filtrions.

Nous faisons dissoudre dans le liquide, au bain-marie, à environ 55°, 12 pour cent de gélatine blanche en feuille bien divisée. Nous ajoutons alors une solution de soude en ayant soin que le produit restât légèrement acide. Nous chauffons à 110°, filtrions à chaud et mettons exactement 9 centimètres cubes par tube. Au moment de l'ensemencement, nous ajoutons un centimètre cube de solution stérilisée d'iode de potassium à 10 pour cent.

Pour chaque échantillon d'eau, nous prenons six tubes ainsi préparés et dont nous faisons liquéfier le contenu. Après avoir ajouté la solution iodurée, nous ensemencions avec une ou plusieurs gouttes d'eau et versions dans la boîte de Petri que nous maintenons à une température d'environ 20°.

Au bout de cinq jours, notre milieu présentait des colonies, les unes liquéfiant, les autres ne liquéfiant pas. Sans tenir compte des premières, nous prenons au bout d'un fil de platine stérilisé, des parcelles de colonies non liquéfiantes et les portions en bouillon.

Ce bouillon, porté à l'étuve à 37°, fournissait des cultures après 24 heures et servait à son tour à ensemençer :

- 1° Un tube de bouillon additionné de un dixième de sérum antityphique ;
- 2° Un tube incliné de gélatine ordinaire ;
- 3° Un tube de pomme de terre ;
- 4° Du bouillon lactosé carbonaté ;
- 5° Du lait stérilisé.

Nous n'avons considéré comme bacille d'Eberth que les colonies non liquéfiantes possédant tous les caractères extérieurs des colonies les plus nettement formées de bacilles typhiques.

Ces colonies devaient en outre donner des cultures troublant le bouillon, ne se couvrant pas d'un voile épais et donnant lieu, par le procédé de Widal, au phénomène de l'agglutination rapide et nette sur lamelle avec glabrification ensuite dans les cultures en bouillon additionnées de sérum antityphique.

De plus, elles ne doivent pas :

- 1° Donner lieu à un dégagement gazeux dans les bouillons lactosés contenant du carbonate de chaux ;
- 2° Pousser sur gélatine en tube incliné autrement qu'en couche très mince ;
- 3° Coaguler le lait ;
- 4° Ni produire sur pomme de terre une culture épaisse.

Tel était le bacille isolé, en 1899, des eaux du carré de Saclay, du camp de Satory et de la Seine, prise en amont de la machine de Marly.

Analyses chimiques et examens bactériologiques des eaux prélevées aux Carrés de Trappes et de Saclay le 6 Juillet 1895, après de fortes sécheresses, le 8 Janvier 1896, après de petites pluies et le 17 mars 1899, après une longue période humide.

Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

Eaux du Carré de Trappes

RECHERCHES GÉNÉRALES	6 Juillet 1895	8 janv. 1896	17 mars 1899
Degré hydrotimétrique....	6°5	8°5	8°8
Matière organique évaluée (Acide....	»	»	5.1
en oxygène absorbé en solution. (Alcaline..	3.5	3	6.2
Oxygène dissous.....	6.4	7.5	9.6
Ammoniaque et sels ammoniacaux....	traces	traces	1
Ammoniaque des albuminoïdes.....	»	»	1.05
Azotites.....	»	»	»
Azotates (en acide azotique).....	traces fortes	1.2	2.5
Acide sulfurique.....	8	13	13.8
Chlore.....	15	17	17.7
Chaux.....	34	43	45
Magnésie.....	»	»	»
Soude.....	10	11	11
Silice.....	»	traces	fortes traces
Résidu desséché à + 110°.....	152	177	178
Résidu desséché calciné.....	64	83	87
Perte au rouge.....	88	94	91
<i>Composition hypothétique</i>			
Carbonate de chaux.....	75	87	89
Sulfate de chaux.....	14	17	17
Chlorure de sodium.....	24	26	27
<i>Analyse bactériologique (Germe aérobies)</i>			
Numération (par centimètre cube)....	320	1380	1700
Date de la liquéfaction complète.....	15 ^e jour	11 ^e jour	9 ^e jour
Champignons et moisissures.....	280	420	»
Bactérium termo.....	»	80	1100
Bacillus fluorescens liquéfiant.....	»	60	200
Bacillus subtilis.....	»	120	350
Levures blanches ou roses.....	»	220	»
Bacilles chromogènes.....	40	480	50
Coli-bacille.....	»	»	présence
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	»	»	»

Tous nos essais en vue de la recherche du bacille d'Eberth, ont donné des résultats absolument négatifs.

Eaux du Carré de Saclay

RECHERCHES GÉNÉRALES	6 juillet 1895	8 janv. 1896	17 mars 1899
Matière organique évaluée en Acide ..	»	»	7.2
oxygène absorbé en solution (Alcaline	4	3.5	8.4
Degré hydrotimétrique	7°	6°2	7°4
Oxygène dissous	5.5	6.5	5.2
Ammoniaque et sels ammoniacaux....	traces	traces	1.3
Ammoniaque des albuminoïdes	»	»	1.9
Azotites	»	»	»
Azotates (en acide azotique)	2.7	1.3	2.9
Acide sulfurique	12	9	12.5
Chlore	10	14	16
Chaux	37	29	37.5
Magnésie	»	»	»
Soude	7	6	6.8
Silice	traces	traces	traces
Résidu desséché à + 110°	181	178	187
— calciné	73	68	75
Perte au rouge	108	90	112
<i>Composition hypothétique</i>			
Carbonate de chaux	77	74	79
Sulfate de chaux	15	14	16
Chlorure de sodium	27	23	29
<i>Analyse bactériologique</i>			
Numération (par centimètre cube)	1680	2460	3600
Date de la liquéfaction complète	15 ^e jour	9 ^e jour	7 ^e jour
Champignons et moisissures	360	300	150
Bacterium Termo	»	260	450
Bacillus fluorescens liquéfiant	»	200	2250
Bacillus subtilis	»	240	300
Bacilles chromogènes	1320	1380	450
Coli-bacille	»	»	Présence
Bacille d'Eberth-Gaffky	»	»	Présence

On voit, d'après ces résultats, que les eaux de Trappes et de Saclay, prises à des époques éloignées, présentent sensiblement la même composition chimique.

Cette composition, au point de vue minéral, est celle d'une eau potable de bonne qualité. Mais nous devons bien remarquer qu'elles renferment une très forte proportion de matières organiques, malgré l'absence de nitrites et de nitrates.

Le carbonate de chaux est le sel prédominant dans la composition de cette eau, il constitue à lui seul les trois cinquièmes du résidu salin.

Ce résultat n'offre rien de surprenant, étant donné que le sol du plateau de la Beauce, depuis Rambouillet jusqu'à Saint-Cyr, est composé de marnes de formation supérieure. Or, les eaux pluviales, en parcourant les rigoles creusées dans ces calcaires, à la faveur de l'acide carbonique qu'elles contiennent, doivent en dissoudre quelques parties et en tenir en suspension avec une certaine quantité, variable suivant les circonstances.

De là cette teinte caractéristique qui les fait désigner sous le nom « d'eaux blanches ».

C'est ainsi qu'en remontant à la constitution géologique d'une contrée, il est souvent possible de préjuger la composition des eaux qui l'arrosent.

En se plaçant au point de vue bactériologique, on observe des différences bien plus grandes, puisque le nombre des microbes varie de 320 à 2640 par centimètres cubes. La progression devient surtout sensible à la suite des grandes chutes d'eau.

Il est aussi à remarquer que la présence du coli-bacille et du bacille d'Eberth, coïncide avec l'augmentation de la quantité d'ammoniaque.

CHAPITRE II

ALIMENTATION DE VERSAILLES PAR LES EAUX DE LA VALLÉE DE LA SEINE. (*Voir planche I, II et III*)

Toutes les eaux de cette provenance sont élevées dans les réservoirs de Marly ou des Deux-Portes. Comme la consommation maxima de Versailles est de 15000 mètres cubes par jour, lorsque ces réservoirs sont pleins, en supposant qu'une raison quelconque vienne à supprimer les machines de Marly, ils suffiraient encore à alimenter la ville pendant vingt-six jours, sans rationnement aucun.

La contamination de la Seine en aval de Paris, a déterminé depuis longtemps la recherche d'une eau d'alimentation autre que celle du fleuve.

A la suite de sondages préliminaires pratiqués sur la rive gauche de la Seine, un premier puits fut foré en 1880, dans une cour des dépendances de la machine de Marly. Son produit journalier était d'environ 2000 mètres cubes. En vue d'augmenter la quantité d'eau de source, un second puits fut creusé en 1885, à 58 mètres du premier et dans les mêmes conditions.

Le rendement de ce puits n'ayant pas dépassé 1500 mètres cubes, on ouvrit une galerie pour le faire communiquer avec son aîné, ce qui permit d'élever avec la même pompe le produit cumulé des deux forages, environ 3000 à 3500 mètres cubes par jour suivant la saison.

En 1894, le contingent ordinaire fourni par les étangs ayant fait défaut et Versailles se trouvant menacé d'une disette d'eau, de nouvelles recherches furent entreprises sur la rive droite, dans la presqu'île de Croissy, divers sondage ayant démontré qu'il n'y avait plus rien à tirer de la rive gauche,

On fora un premier puits de 26 mètres de profondeur avec tubage de un mètre de diamètre, qui fournit actuellement 7000 mètres cubes. Un autre puits établi à 112 mètres du précédent donne à peu près la même quantité.

Les eaux de ces puits sont élevées à 16 mètres de hauteur par des pompes, et refoulées jusqu'à la machine de Marly au moyen d'une conduite qui traverse les ponts de Bougival et de Croissy.

En résumé, l'alimentation actuelle des pompes de la machine de Marly, repose sur le produit des eaux extraites des deux puits de Marly et des deux puits de Croissy, dont le total représente environ 17000 mètres cubes par jour.

Nous avons dit que les eaux de sources refoulées par la machine de Marly, arrivaient dans les réservoirs des Deux-Portes à l'altitude de 170 mètres, de là elles passent de l'autre côté de la route dans un établissement de distribution nommé Regard-du-Jongleur, d'où elles sont dirigées sur les filtres de Picardie, par un aqueduc d'un développement de 6385 mètres.

Avant d'arriver au réservoir de Picardie, les eaux traver-

sent un système de filtres, dont on avait reconnu l'utilité depuis longtemps, lorsque fut créé le service de Croissy. Ces filtres avaient pour mission de débarrasser l'eau de Seine de ses nombreuses et grossières impuretés, Ils se composaient de deux groupes de compartiments, incomplètement séparés par des cloisons verticales, et dans lesquels la filtration s'opérait deux fois d'abord de haut en bas, puis de bas en haut, en passant successivement dans les divers compartiments sur des couches superposées de gravier fin, de charbon, de rognures de fer et de gros gravier ; depuis l'adduction des eaux de la nappe de Crossy-Marly, l'utilité des filtres est plus contestable.

Pour ne pas devenir nuisibles, il est de toute nécessité qu'ils soient nettoyés souvent et avec beaucoup de soin.

On nous a affirmé que l'opération se pratiquait tous les mois, elle est d'ailleurs rendue beaucoup plus simple qu'autrefois en raison des modifications apportées aux appareils. D'abord, on a réduit le nombre des compartiments en supprimant en partie les cloisons interposées, puis on a cessé d'employer comme matière filtrante le charbon et les copeaux de fer. En résumé, il n'y a plus que trois compartiments avec une surface filtrante, totale de 57^m50, uniquement composés de gravier fin placé au-dessus de gros gravier. Dans ces filtres, le gros gravier est contenu dans des boîtes de fer perforées.

Le bâtiment qui abrite les filtres se compose d'une solide construction en maçonnerie recouverte d'une voûte en brique surmontée d'un toit.

Ce bâtiment mesure environ 13 mètres de long sur 8^m50 de large, il est situé à mi-côte de la butte de Picardie, à l'angle que forme la route de Vaucresson, en se détachant à gauche de la route nationale n° 185, de Versailles à Paris, par Ville-d'Avray et Saint-Cloud.

De là, les eaux peuvent être refoulées vers les réservoirs des Deux-Moulins, ou bien pénétrer d'elles-mêmes dans une conduite d'évacuation située sur le prolongement de l'axe de l'aqueduc de Picardie à sa terminaison aux filtres.

Les réservoirs où se déversent les eaux de la vallée de la Seine sont :

1^o *Les réservoirs des Deux-Moulins*, situés à quelques centaines de mètres seulement des filtres. Ils sont au nombre de deux. Le plus ancien date de six ans, ses parois sont en tôle; il possède une couverture en bois goudronné.

Le second réservoir à ossature en fer, parois en ciment et couverture en zinc, ne date que de trois ans. Il possède une contenance double du premier qui jauge 40 mètres cubes.

Ces deux réservoirs communiquent entre eux; ils sont spécialement affectés à l'alimentation du quartier de Clagny et du plateau de Jardy.

2^o *Le réservoir de Picardie*. — C'est un bassin de forme carrée non couvert, placé à la côte de 156^m41, pouvant contenir 13232 mètres. L'eau arrive des filtres à ce bassin au moyen d'une conduite en fonte. Il est situé de l'autre côté de la route, juste en face du bâtiment des filtres.

3^o *Les réservoirs de Montbauron*. — Ces derniers sont au nombre de deux, à peu près rectangulaires, disposés parallèlement de l'ouest à l'est.

Par leur extrémité est, la plus éloignée du château, ces deux réservoirs sont en communication avec le système des étangs. L'extrémité opposée est voisine du carré des soupapes qui règle la distribution de l'eau envoyée en ville.

L'eau de la vallée de la Seine arrive tout naturellement

des filtres de Picardie, l'altitude des réservoirs de Montbauron étant de 156^m41, tandis que celle du fond des filtres est de 160^m24. L'adduction de l'eau de l'aqueduc de Picardie au plateau de la butte Montbauron, éloignée seulement de 1100 mètres, n'a présenté aucune difficulté.

Toutes les conduites qui font partie de la canalisation sont en fonte, assemblées à emboîtement réciproque et cordon, les joints sont faits avec de la corde goudronnée et du plomb coulé, puis maté.

L'étanchéité du système paraît, dans ces conditions, assez parfaite.

Les réservoirs de Maubauron ne sont pas couverts, comme d'ailleurs celui de Picardie. Ils ont été établis au moyen de terre glaise apportée, relevée sur les bords avec double mur de soutènement en meulière et mortier de chaux hydraulique.

L'eau qu'ils renferment n'a ni la transparence ni la limpidité de l'eau du réservoir de Picardie. Examiné en masse, le contenu du bassin paraît gris verdâtre, de nombreux ilots de verdure qui s'enfoncent dans la profondeur surnagent à la surface. Les poissons, surtout les carpes, y vivent dit-on en grande quantité.

Les deux bassins réunis peuvent contenir 115.783 mètres cubes d'eau. Ils communiquent entre eux. Les conduites de distribution qui en partent, communiquent également entre elles, elles rayonnent dans presque toute la ville, à l'exception du quartier de Clagny et des environs de la butte de Picardie, que l'eau de Maubauron ne saurait atteindre à cause de leur situation élevée. Ce sont les seules parties de Versailles, qui, en tous temps, ne peuvent recevoir que de l'eau de Marly-Croissy, alors que partout ailleurs ce sont les réservoirs de Montbauron qui assurent le service de distribution.

En résumé, l'eau de vallée de la Seine, conduite à Versailles par l'aqueduc de Picardie, traverse les filtres de ce nom, puis reçoit l'une des destinations suivantes.

1^o Réservoir des Deux-Moulins pour être distribuée aux parties hautes du nouveau quartier de Clagny ;

2^o Réservoir de Picardie avant d'être conduite à l'une des destinations 3, 4 ou 5 ;

3^o Quartier de Picardie ;

4^o Le palais de Versailles, non compris le parc, les bassins, le canal, les réserves et les Trianons ;

5^o Les réservoirs nord et sud de Montbauron.

A ces derniers, approvisionnés en eau de la vallée de la Seine par des conduites directes partant des filtres et par d'autres conduites venant des réservoirs de Picardie, aboutit une canalisation qui amène de l'eau des étangs. Les réservoirs de Montbauron se trouvent donc placés à la jonction du système de Marly et de celui des étangs.

Provenance des eaux des puits de Marly-Croissy

D'après M. Rabot, les sources qui alimentent les puits de Marly et de Croissy, proviendraient d'une nappe souterraine située au-dessous de la vallée de Croissy et du Vésinet ; elles paraîtraient fournies par une nappe d'eau très abondante que l'on rencontrerait à la partie supérieure de la couche de craie sur laquelle reposent les alluvions de la vallée de la Seine ; c'est dans cette nappe que s'alimenterait la commune du Vésinet.

M. Gérardin ne partage pas l'opinion du docteur Rabot sur la nature de ces eaux. Pour lui, la nappe de Marly n'est pas limitée à Croissy, au Vésinet, à Bougival et à Marly ; elle

s'étend au loin dans la vallée de la Seine. Elle est signalée dans la carte hydrologique de M. Delesse ; son existence et son abondance ne peuvent faire l'objet d'aucun doute.

M. Pallu, fondateur du Vésinet, a compté sur cette nappe encore inexploitée pour alimenter sa création ; son espoir n'a pas été déçu et le succès qui l'a couronné montre aux riverains de la Seine, le procédé pratique pour avoir de l'eau potable, puisqu'il leur est désormais interdit de compter sur l'eau du fleuve dont la contamination va toujours en croissant.

M. Belgrand a démontré qu'il existe des nappes semblables dans le fond de toutes les vallées de terrains perméables.

Les plus grands marais des bassins de la Seine et du nord de la France, se trouvent au fond des vallées crayeuses de la Champagne, de la Picardie et de la Flandre. En effet, les eaux pluviales, en tombant sur un terrain perméable, pénètrent dans le sol jusqu'à ce qu'elles rencontrent une couche imperméable, elles en remplissent toutes les fissures et finissent par remonter jusqu'à la surface du sol. Si le terrain est sillonné par une vallée, celle-ci est un véritable drain vers lequel affluent toutes les eaux absorbées par le plateau.

A Jussiers, par exemple, entre Mantes et Meulan, la nappe souterraine de la craie arrive à la surface du sol et forme dans le lit de la Seine même, des sources très abondantes, tandis qu'à Marly et au Vésinet, cette nappe est à 15 et 20 mètres au-dessous du sol.

Nous insistons sur ce point, parce que beaucoup de personnes s'intéressant à cette question des eaux, se figurent que ces nappes ne sont autre chose que des infiltrations de la Seine, ce qui n'est pas ; car l'expérience a démontré que la partie constamment mouillée du lit d'un cours d'eau est imperméable. En second lieu, la composition chimique de ces nappes dépend uniquement de la nature des eaux courantes, à la surface des vallées. Si la nappe de Marly était une infiltration de la Seine,

elle se tiendrait à peu près au même niveau qu'elle et non à 14 mètres en contre bas, profondeur à laquelle on la rencontre au Vésinet, à Marly et dans d'autres localités voisines du fleuve. De plus, elle aurait à peu près la même composition que l'eau de la Seine, ce qui est loin d'exister ainsi qu'on le verra plus loin.

Analyses chimiques et bactériologiques

1^o de l'eau des deux puits réunis de Marly, le 1^{er} août 1895, le 3 décembre 1895 et le 5 avril 1899.

2^o de l'eau de la Seine prélevée à environ un mètre en amont des coursiers de la machine de Marly, le 1^{er} août 1895 et le 5 avril 1899.

RECHERCHES GÉNÉRALES	EAU des PUITs de MARLY			EAU de la SEINE	
	1 ^{er} août 1895	3 déc. 1895	5 avril 1895	1 ^{er} août 1895	5 avril 1899
Degré hydrotimétrique.....	41 ^o .3	52 ^o .8	51 ^o .4	20 ^o .8	18 ^o .6
Matière organique évaluée en Alcaline	»	»	1.2	»	5.8
oxygène absorbé en solution (Acide ..	4.5	4	0.8	5.5	3.5
Oxygène dissous.....	8.7	9.5	8.2	1.8	2.3
Ammoniaque. Sels ammoniacaux.....	0.3	0.45	0.07	2.5	0.9
— des albuminoïdes.....	0	0	0	»	0.6
Azotites.....	0	0	0	2	0.3
Azotates (en acide azotique).....	1	1.5	17.5	27	36
Acide carbonique.....	85	100	105.3	106	98
Acide sulfurique.....	176	198	187	54	43
Chlore.....	47	206	32	7	8.5
Chaux.....	162	196	212	95	93
Magnésie.....	48	56	52	6	4.5
Potasse et soude.....	43	36	16	22	20.5
Silice.....	14	18	16	16	15
Alumine et oxyde de fer.....	fort. traces	id.	id.	8	8
Résidu desséché à + 110 ^o	610	729	752	397	342
Résidu calciné.....	493	594	651	232	217
Perte au rouge.....	117	135	101	165	125
<i>Composition hypothétique</i>					
Carbonate de chaux.....	276	334	346	149	144
— de magnésie.....	0	0	0	27	25
Sulfate de chaux.....	140	143	139	92	90
— de magnésie.....	144	151	163	0	0
Chlorure de sodium.....	81	108	56	12	16.5
Azotate de soude.....	0	0	0	43	55
<i>Analyse bactériologique (GermeS aérobies)</i>					
Numération (par centimètre cube).....	400	320	180	93.000	138.000
Date de la liquéfaction complète.....	14 ^e jour	16 ^e jour	24 ^e jour	7 ^e jour	5 ^e jour
Champignons. Moisissures.....	80	140	60	11.000	9.000
Bacterium termo.....	20	4	16	7.000	24.000
Bacillus subtilis.....	0	16	8	3.000	7.000
Bacillus fluorescens liquéfiant.....	0	0	0	18.000	36.000
Levures blanches.....	0	0	0	9.000	3.000
Bacilles chromogènes.....	280	160	96	45.000	55.000
Micrococcus aquatilis.....	0	0	0	0	4.000
Coli-bacille.....	0	0	0	quantité	quantité
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	0	0	0	5	présence

Analyses chimiques et bactériologiques des eaux des puits n° 1 et n° 2 de Croissy, puisées les 1^{er} août et 3 décembre 1895, et le 5 avril 1899.

Les résultats sont comme toujours exprimés en milligrammes et par litre d'eau

RECHERCHES GÉNÉRALES	EAU DU PUIT N° 1			EAU DU PUIT N° 2		
	1 ^{er} août 1895	3 déc. 1895	5 avril 1895	1 ^{er} août 1895	3 déc. 1895	5 avril 1899
Degré hydrotimétrique	38°	36°5	40°2	38°	36°	35°8
Matière organique éva- luée en oxygène dis- sous en solution.....	acide » 1	» » 1.5	0.75 0.5	» » 0.8	» » 1.8	1.5 2.1
Oxygène dissous.....	9.25	9.75	6.8	9.5	8.5	6.2
Ammoniaque (sels d').....	0.2	0.25	0.3	0.2	0.3	0.5
Ammoniaque des albuminoïdes	»	»	»	»	»	0.45
Nitrites	0	0	0	0	0	0
Nitrates en acide nitrique....	15	20	36			11.4
Acide carbonique total.....	129	124	173.5			215
Acide sulfurique.....	160	140	128			94
Chlore.....	45	41	25.5			182
Chaux.....	148	141	192.5			164.5
Magnésie.....	32	30	31.5			26
Potasse.....	»	»	16			10.6
Soude.....	45	45	26.5			12
Silice	traces	traces	17			14.5
Alumine et oxyde de fer.....	traces	traces	traces			fort. tr.
Résidu desséché à + 110°....	505	494	669			557
— calciné.....	422	414	556.4			436
Perte au rouge.....	83	80	112.6			121
<i>Composition hypothétique</i>						
Carbonate de chaux.....	209	204	284			258
— de magnésie.....	»	»	»			83
Sulfate de chaux.....	168	165	178			159
— de magnésie.....	94	86	34	id.	id.	»
Azotate de potasse.....	»	»	34.5			21.4
Chlorure de sodium.....	75	72	42			31
Azotate de chaux.....	»	»	25.5			»
<i>Analyse bactériologique (Germea aérobies)</i>						
Numération (par centim. cube)	1640	2880	94	760	3660	500
Date de la liquéfaction.....	7 ^e jour	5 ^e jour	Pas	8 ^e jour	6 ^e jour	16 ^e jour
Champignons. Moisissures....	»	»	»	»	»	160
Bactérium termo.....	360	340	»	300	640	40
Bacillus fluorescens liquéfiant.	680	1480	»	460	1650	20
Levures blanches ou roses....	»	140	»	»	240	80
Micrococcus aquatilis	»	»	»	»	»	»
Bacilles chromogènes.....	600	920	94	»	1120	20
Bacillus subtilis.....	»	»	»	»	»	180
Coli-bacille.....	Absence	»	»	»	»	»
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	Absence	»	»	»	»	»

Si, en se basant sur les analyses de 1899, on compare les eaux des deux puits de Croissy, qui sont, depuis quatre années, en pleine période d'exploitation, on voit que l'examen bactériologique, satisfaisant en ce qui concerne le puits n° 1, l'est beaucoup moins pour le puits n° 2, où les germes sont de beaucoup supérieurs à ceux de l'autre puits.

Si l'on tient compte de la proximité de ces puits et de l'identité des conditions géologiques, cette divergence surprend au premier abord. Elle ne peut s'expliquer que par le mélange d'une eau impure avec l'eau de la nappe crayeuse qui a conservé toute sa pureté dans le puits n° 1.

La quantité d'eau souillée ne paraît pas être considérable, il sera facile, du reste, de s'opposer à son arrivée en faisant des réparations au puits jusqu'au niveau de la craie.

Quant au puits de Marly, l'analyse de 1899 ne fait ressortir aucune différence bien sensible avec celles des années précédentes.

Si, maintenant, on jette un coup d'œil sur les analyses de 1899 de l'eau des trois puits, on trouve des différences qui ont besoin d'être expliquées.

Le puits n° 2 de Croissy est le plus rapproché de la Seine ; on peut être tenté d'attribuer sa contamination à l'eau du fleuve, d'autant plus, qu'ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte en voyant les résultats de l'analyse, la minéralisation de l'eau de la Seine est beaucoup plus faible que celle de l'eau des puits et que, parmi ceux-ci, le puits n° 2 est lui-même le plus faiblement minéralisé.

Mais on est en droit d'objecter que les eaux des deux puits de la rive droite ont une composition très semblable entre elles et sensiblement différente de celle du puits de Marly. Or, comme la pureté du puits n° 1 prouve qu'elle ne reçoit certainement pas d'eau de Seine, ce n'est pas à cette cause que l'on peut attribuer la moindre minéralisation des puits.

de la rive droite, par rapport à celui de la rive gauche. Ce n'est pas, suivant toute probabilité, à l'eau de Seine que l'on peut attribuer l'infection partielle du puits n° 2.

Nous devons certainement avoir affaire à une nappe dite d'infiltration alimentée par les eaux de pluies ayant traversé le terrain de la surface, composé de fumiers et de détritux de toutes sortes, avant de venir se mêler à la nappe de la craie.

L'analyse chimique, par la teneur en ammoniacque libre et albuminoïde, en azotate, carbonate, sulfate de chaux et en matières organiques, nous apprend en effet qu'il s'agit d'une eau qui a traversé un terrain riche en débris, fumiers, gadoues, etc.

D'une manière générale, il ressort encore de ces analyses, que l'eau de la nappe crayeuse est pure et d'assez bonne qualité, bien que trop chargée en sels calcaires, ce qui en fait une eau dure.

A ce point de vue, son mélange avec l'eau des étangs peut paraître avantageux, surtout pour les usages culinaires. Dans ce cas, on ne saurait trop recommander la filtration à domicile par un appareil éprouvé et toujours entretenu en bon état.

Analyses de l'eau fournie par les fontaines de la ville alimentées par les réservoirs. Échantillons prélevés à deux robinets quelconques, l'un dans le quartier St-Louis, quartier Sud, l'autre dans le quartier Notre-Dame, quartier Nord, les 6 juin 1892, 3 novembre 1895 et 25 avril 1899.

RECHERCHES GÉNÉRALES	FONTAINE NORD			FONTAINE SUD		
	Juin 1895	Novemb 1895	Avril 1899	Juin 1895	Novemb 1895	Avril 1899
Degré hydrotimétrique.....	25°5	40°5	30°2	25°5	40°5	30°6
Matière organique éva- luée en oxygène ab- sorbé en solution.....	»	»	2.1	»	»	1.7
acide alca- line	1.5	0.8	1.6	2.5	1.2	1.2
Oxygène dissous.....	8.5	9	8.3	7.5	8.5	8.6
Ammoniaque et sels d'.....	traces	2.5	0.2	traces	2.5	0.2
Ammoniaque des albuminoïdes	»	»	»	»	»	»
Nitrites.....	»	»	»	»	»	»
Nitrates (en acide nitrique)....	2.1	2.8	6	2.1	1.25	6
Acide carbonique.....	103	157	117	103	157	117
Acide sulfurique.....	101	170	126	101	170	126
Chlore.....	12.5	42	31	12.5	42	31
Chaux.....	88	155	116	88	155	116
Magnésie.....	34	40	32	34	40	32
Potasse.....	1.7	2.3	5	1.7	2.3	5
Soude.....	9	52	21	9	52	21
Silice.....	14	10	12	14	10	12
Alumine ferrugineuse.....	8	9	4	8	9	4
Résidu desséché à + 110°.....	361	582	437	361	582	437.5
Résidu calciné.....	219	475	352	217	474	352
Perte au rouge.....	142	107	85	144	108	85.5

<i>Composition hypothétique</i>						
Carbonate de chaux.....	164	267	188	164	267	188
— de magnésie.....	»	»	»	»	»	»
Chlorure de sodium.....	21	77	51	21	77	51
Sulfate de chaux.....	56	134	105.5	56	134	105.5
— de magnésie.....	100	141	96	100	141	96
Azotate de potasse.....	3.8	5	10.8	3.8	5	10.8

<i>Analyse bactériologique (Germea aérobies)</i>						
Numération (par centim. cube)	2680	1640	2160	3120	2800	2240
Date de la liquéfaction.....	Pas	13 ^e jour	16 ^e jour	Pas	Pas	14 ^e jour
Champignon. Moissures.....	2320	1200	1680	3000	2100	1860
Bactérium termo.....	»	40	20	»	»	16
Bacillus fluorescens liquéfiant.	»	60	116	»	»	20
Levures.....	»	»	8	»	»	»
Bacillus subtilis.....	»	»	8	»	»	16
Bacilles chromogènes.....	360	340	328	120	700	328
Coli-bacille.....	»	»	Prés.	»	»	Prés.
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	»	»	»	»	»	»

Analyse de l'eau de l'hôpital militaire et de la fontaine du
Camp de Satory. Echantillons prélevés le 6 juin 1895, le
3 décembre 1895 et le 25 avril 1899.

RECHERCHES GÉNÉRALES	HOPITAL MILITAIRE			CAMP DE SATORY		
	Juin 1895	décemb. 1895	Avril 1899	Juin 1895	Décem. 1895	Avril 1899
Degré hydrotimétrique.....	25°.5	40°.5	30°.2	17°.8	»	16°.5
Matière organique éva- luée en oxygène ab- sorbé, en solution... { acide alca- line	»	»	2.2	»	»	3.6
Oxygène dissous.....	3.2	1.6	1.8	3.5	»	2.7
Ammoniaque (sels d').....	8.5	9	8.1	3.25	»	3.75
Ammoniaque des albuminoïdes	traces	2.5	0.2	1.3	»	0.7
Nitrites.....	»	»	»	»	»	0.5
Nitrates (en acide nitrique)....	»	»	»	traces	»	0.3
Acide carbonique.....	2.1	2.8	6	1	»	3
Acide sulfurique.....	403	457	417	88	»	87.5
Chlore.....	101	170	126	48	»	39
Chaux.....	12.5	42	31	9	»	7.5
Magnésie.....	88	155	146	79	»	82.5
Potasse.....	34	40	32	6	»	4
Soude.....	1.7	2.3	5	traces	»	5
Silice.....	9	52	21	8	»	5
Alumine ferrugineuse.....	14	10	12	15	»	17.5
Résidu desséché à + 110°.....	8	9	4	9	»	8
Résidu calciné.....	361	582	437	281	»	252
Perte au rouge.....	219	474	352	161	»	142
	142	408	85.5	120	»	110
<i>Composition hypothétique</i>						
Carbonate de chaux.....	164	267	188	119	»	128
Sulfate de chaux.....	56	134	105.5	23	»	21
— de magnésie.....	100	141	96	24	»	23
Chlorure de sodium.....	21	77	51	14	»	12.5
Azotate de potasse.....	3.8	5	10.8	2	»	6
<i>Examen bactériologique (Germea aérobies)</i>						
Numération (par centim. cube)	4.680	4.200	4.360	48 000	»	36.000
Date de la liquéfaction.....	11 ^e jour	10 ^e jour	10 ^e jour	7 ^e jour	»	8 ^e jour
Champignons. Moisissures....	3.240	2.600	2.820	5.000	»	6.000
Bactérium termo.....	320	160	220	3.000	»	2.600
Bacillus fluorescens liquéfiant.	»	»	80	11.000	»	9.400
Levures.....	»	»	120	6.000	»	8.000
Bacillus subtilis.....	»	240	32	7.000	»	4.000
Bacilles chromogènes.....	1.120	1.200	1.088	1.600	»	6.000
Coli-bacille.....	»	»	présence	présence	»	présence
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	»	»	»	»	»	présence

Il ressort de nos analyses, que les trois fontaines où l'eau a été prélevée au hasard, au nord, au sud et à l'hôpital militaire, fournissent le même liquide.

L'eau provenant de la fontaine du camp de Satory présente une bonne composition chimique, mais elle est mauvaise par suite de sa contamination. Frappés de l'analogie qui existe entre la composition de cette eau et celle de la Seine, nous avons pris des renseignements et acquis la certitude que le plateau de Satory est alimenté par l'usine hydraulique établie à Choisy-le-Roi, par la compagnie des eaux de Paris. C'est donc de l'eau de Seine prise à Choisy-le-Roi, à neuf kilomètres en amont de la capitale que l'on consomme au camp de Satory, alors qu'il n'en arrive plus une goutte à Versailles.

La comparaison des analyses de l'eau de ces fontaines fait ressortir des différences considérables dans leur composition, aux différentes époques.

Pour ne parler que du degré hydrotimétrique, la dernière analyse faite en avril 1899, accuse 30°,2 tandis que celle du mois d'avril n'avait donné que 25°,5 et que celle de novembre de la même année marquait 40°,5. Cette anomalie peut s'expliquer ainsi qu'il suit : Après les fortes chaleurs de l'été de 1895, les étangs qui concourent à l'alimentation ayant été complètement desséchés, les réservoirs de la ville ne recevaient plus que de l'eau des puits de Marly et de Croissy. Or, nous avons dit plus haut que dans les circonstances normales, les réservoirs recevaient, en même temps que l'eau de ces puits, des eaux blanches d'étangs. Ces dernières, dont le degré hydrotimétrique varie entre 6° et 7°, contribuent dans de fortes proportions, à l'abaissement du degré du mélange. D'autre part, en comparant l'eau débitée par les fontaines en novembre 1895, avec celle des puits de Marly-Croissy, on voit qu'elles ont un grand air de ressemblance.

La quantité d'oxygène absorbé varie avec chaque fontaine,

et c'est celle de l'hôpital qui renferme le plus de matières organiques.

En 1896, ayant voulu constater l'état de propreté des conduites, on en fit explorer un certain nombre ; on découvrit, surtout dans les parties coudées, des dépôts considérables de détritrus de toutes sortes parmi lesquels figuraient des débris de poissons. C'est bien certainement à cette cause que l'on doit attribuer ces différences qui ne pourraient s'expliquer autrement.

CHAPITRE III

ALIMENTATION PAR LES SOURCES DITES DE COLBERT. (*Voir planche n° 4.*)

Le service des sources inauguré par Colbert comprend : 1° les sources de la plaine de Trou-d'Enfer, de Bailly et de Vauluceaux ; 2° celles de Roquencourt, du Chesnay et de la plaine des Fonds-Maréchaux.

L'aménagement de ces sources comprend : 1° un système d'aqueducs souterrains d'un développement de 9.149 mètres ; 2° un système de conduite en fonte, grès et bois d'une longueur de 8,182 mètres.

Par sa situation topographique et ses différentes altitudes, ce service forme deux étages. Il est limité au nord par la forêt de Marly, au sud par les coteaux de Saint-Cyr et de Bois-d'Arcy.

Le premier étage est composé exclusivement d'aqueducs souterrains situés dans la plaine de Trou d'Enfer, à 175 mètres d'altitude.

Les sources ont été captées à des profondeurs variant de 25 à 27 mètres. Ces aqueducs dont le principal est dirigé

de l'ouest à l'est, se terminent tous à la chambre du Trou-d'Enfer, située dans la forêt de Marly, près du poste du garde-fontainier. Au même point vient aussi aboutir l'aqueduc de la plaine de Bailly.

Les aqueducs de la plaine de Trou-d'Enfer ont une longueur totale de 3.492 mètres.

Le deuxième étage comprend les sources de la plaine de Bailly, captées à la côte de 138 à 140 mètres. Les sources de Chèvreloup et de Voluceaux à la côte de 140 mètres ; les sources de Roquencourt à la côte de 138^m58 ; celles du Chesnay à la côte de 135 mètres ; du Bel-Air et des Fonds-Maréchaux à la côte de 139 mètres.

Le captage des sources de tout cet étage a été opéré seulement à une profondeur de cinq à sept mètres. La profondeur des aqueducs varie de quatre à six mètres, et celle des conduites secondaires de deux à quatre mètres.

L'aqueduc de Bailly reçoit toutes les eaux recueillies dans la plaine de ce nom, il possède une étendue de 2.232 mètres.

De la chambre de réunion de Trou-d'Enfer, part un aqueduc qui recueille dans son parcours toutes les sources de la plaine de Bailly, lesquelles sont dirigées vers une deuxième chambre appelée « Regard-des-Gendarmes », qui est mise en communication avec une troisième chambre de réunion au moyen d'une conduite en fonte. Cette chambre est située tout près de l'avenue du Chesnay.

Un troisième aqueduc partant aussi de la chambre du Trou-d'Enfer, traverse une partie des plaines de Bailly, de Roquencourt et du Chesnay, et vient aboutir à une nouvelle chambre dite de Flachard.

La chambre de Flachard reçoit donc les eaux de la plaine de Trou-d'Enfer, celles de la plaine de Bailly et celles qui lui viennent par l'aqueduc du parc (210 mètres), et par des

conduites en fonte (2.835 mètres), de la plaine du Bas-bel-Air, située entre le Chesnay à l'ouest, et les Fonds-Maréchaux à l'est.

Par une conduite moitié en fonte et moitié en grès, ces sources sont dirigées vers une cinquième chambre appelée « Regard-l'Évêque », puis de cette dernière, toujours par des conduites, se déversent dans le grand carré de réunion de la plaine du Chesnay, près de l'avenue de ce nom.

Réunies toutes en ce point, les eaux des sources Colbert arrivent à Versailles par une conduite unique qui, en se ramifiant, va alimenter sept fontaines publiques disséminées dans les quartiers Notre-Dame et Saint-Louis.

Ce sont : la borne-fontaine de la rue Berthier, près la rue Maurepas ; la borne-fontaine du boulevard de la Reine, à l'angle de la rue des Réservoirs ; la fontaine de la rue des Réservoirs, en face de la rue Carnot ; la fontaine de la place Hoche, du côté des Réservoirs ; la fontaine de la Rampe, à l'angle des rues de Gravelle et de Satory ; la fontaine des Quatre-Bornes, à l'angle des rues de l'Orangerie et de Satory ; la fontaine Saint-Louis.

En dehors de ce service, il en existe un autre spécialement désigné sous le nom de sources des Fonds-Maréchaux, situé à l'est de la plaine du Chesnay, le service n'alimente à Versailles qu'une seule fontaine, celle de la rue de Beauvau, près de la rue Duplessis dans le quartier Notre-Dame.

On verra plus loin, au sujet de cette fontaine, que les analyses chimiques et bactériologiques de l'eau qu'elle débite, ont démontré que sa qualité était bien supérieure à celle de l'eau distribuée aux sept autres fontaines du système de Colbert.

Il résulte d'un jaugeage exécuté en 1893, que le rendement des sources, malgré le mauvais état d'entretien dans

lequel on les laisse, donnait encore par 24 heures un volume d'eau d'environ 120 mètres cubes, et celui perdu pour la consommation de 130 mètres, soit par an, 91.250 mètres cubes d'eau potable de bonne qualité, qu'on pourrait utiliser en créant un établissement hydraulique spécialement affecté au quartier du Chesnay.

Des travaux d'entretien s'imposent avec la plus extrême urgence, autrement la qualité de ces eaux, qui déjà renferment beaucoup de bactéries pour des eaux de sources, sera sérieusement compromise. Si des infiltrations ne se sont pas déjà produites, c'est grâce au soin avec lequel les premiers travaux ont été exécutés.

Analyses chimiques et bactériologiques des eaux de Sources
dites de Colbert, prélevées à deux fontaines prises au hasard,
l'une dans le quartier Notre-Dame, l'autre dans le quartier Saint-
Louis, les 8 juin 1895, 4 novembre 1895 et 4 mai 1899.

RECHERCHES GÉNÉRALES	Fontaine de la place Hoche			Fontaine de la place Saint-Louis		
	Juin 1895	Novemb 1895	Mai 1899	Juin 1895	Novemb 1895	Mai 1899
Degré hydrotimétrique.....	51°5	51°	50°8	51°5	51°	50°8
Matière organique éva- luée en oxygène ab- sorbé, en solution... { acide alca- line	1.2 7.25	1.1 7.50	0.8 8.2	0.5 7.50	0.5 7.50	0.6 7.25
Oxygène dissous.....	0.45	0.45	0.12	»	»	»
Ammoniaque (sels d').....	»	»	»	»	»	»
— des albuminoides.....	»	»	»	»	»	»
Azotites.....	»	»	»	»	»	»
Azotates (en acide azotique)... 89				89		
Acide carbonique.....	119			119		
— sulfurique.....	230			230		
Chlore.....	21			21		
Chaux.....	178			178		
Magnésie.....	84			84		
Soude.....	41			41		
Silice.....	11			11		
Alumine ferrugineuse.....	traces			traces		
Résidu desséché à + 110°.....	764			760		
— calciné.....	619			619		
Perte au rouge.....	145	Pas de changement sensible	Pas de changement sensible	145	Pas de changement sensible	Pas de changement sensible
<i>Composition hypothétique</i>						
Carbonate de chaux.....	187			187		
Sulfate de chaux.....	112			112		
— de magnésie.....	250			250		
Chlorure de sodium.....	32			32		
Azotate de chaux.....	188			188		
— de soude.....	39			39		
<i>Analyse bactériologique (Germea aérobies)</i>						
Numération.....	1880	800	1440	2200	1400	1200
Date de la liquéfaction.....	Néant	Néant	22 ^e jour	Néant	Néant	Néant
Champignons. Moisissures.....	1720	760	1220	1960	900	700
Espèces vulgaires.....	160	40	180	240	300	480
Levure blanche.....	»	»	4	»	»	20
Bacterium termo.....	»	»	16	»	»	»
Coli-bacille.....	»	»	»	»	»	»
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	»	»	»	»	»	»

Analyses chimiques et bactériologiques de l'eau de la fontaine
de la rue de Beauveau prélevée les 8 juin 1895, 4 novembre 1895
et 4 mai 1899.

RECHERCHES GÉNÉRALES	FONTAINE DE LA RUE DE BEAUVEAU		
	8 juin 1895	4 nov. 1895	4 mai 1899
Degré hydrotimétrique.....	19°.3	19°.5	19°
Matière organique évaluée en { acide	»	»	1.6
oxygène absorbé, en solution { alcaline	0.8	0.8	1.1
Oxygène dissous.....	8.6	8.6	8.1
Ammoniaque. Sels d'ammoniaque.....	»	»	»
Ammoniaque des albuminoïdes.....	»	»	»
Azotites.....	»	»	»
Azotates (en acide azotique).....	13	11.5	11.5
Acide carbonique.....	78	76	76
— sulfurique.....	70	70.5	70.5
Chlore.....	45	45	45
Chaux.....	88	88	88
Magnésie.....	19	19	19
Soude.....	12	10.3	10
Silice.....	Traces	Traces	Traces
Alumine ferrugineuse.....	Traces	Traces	Traces
Résidu desséché à + 110°.....	276	275.2	275
— calciné.....	181	178.3	177.5
Perte au rouge.....	95	96.9	97.5

<i>Composition hypothétique</i>			
Carbonate de chaux.....	127	127	125.5
Sulfate de chaux.....	98	98	98.5
— de magnésie.....	19	19	19
Chlorure de sodium.....	79	79	79
Azotate de soude.....	20	20	18

<i>Analyse bactériologique (GermeS aérobieS)</i>			
Numération.....	360	160	180
Date de la liquéfaction.....	Absence	Absence	Absence
GermeS vulgaires.....	360	120	180
Champignons. Moisissures.....	»	40	»
Coli-bacille.....	»	»	»
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	»	»	»

CHAPITRE IV

PIÈCE D'EAU DES SUISSES

En dehors des services dont il vient d'être question, Versailles posséderait encore une réserve intérieure qui, bien que plus que médiocre, serait cependant supérieure en qualité aux eaux des puits particuliers, presque tous fortement contaminés par les infiltrations des fosses d'aisance.

Cette réserve pourrait être appelée à jouer un rôle dans le cas où les eaux de la vallée de la Seine, des étangs et des sources Colbert viendraient à manquer. Nous voulons parler de la pièce d'eau des Suisses.

Cette pièce d'eau, si populaire, est située en face de l'aile sud du Palais, de l'autre côté et tout près de la route de Versailles à Saint-Cyr, dès qu'on a franchi la grille de la rue de l'Orangerie.

Nous verrons, d'après les résultats des analyses, que l'eau de ce bassin, qui, en temps ordinaire, doit être rejetée comme trop riche en matières organiques et trop minéralisée, pourrait cependant, dans le cas d'extrême urgence, être mise en consommation après avoir été au préalable convenablement filtrée

dans un des nombreux appareils de ménage dont on a le choix.

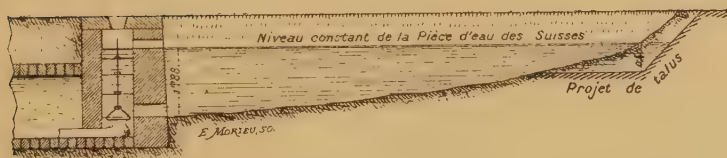
Les sources de la pièce des Suisses, qui malheureusement sont superficielles, produisent en moyenne 120 mètres cubes par 24 heures et l'on pourrait facilement augmenter ce rendement en drainant la plaine du Mail qui renferme, à une faible profondeur, une nappe très abondante.

En 1838, lors de la construction de la machine de Marly, on fut obligé d'avoir recours à la pièce d'eau des Suisses. Deux fois par jour, les chevaux de la garnison venaient boire dans les auges placées sur les bords et de nombreux tonneaux emportaient l'eau nécessaire aux besoins des particuliers.

Cette situation dura de janvier 1838 à janvier 1839. Pendant cette période, le niveau de la pièce d'eau ne parut pas sensiblement abaissé, bien que l'année 1838 fut d'une sécheresse extrême.

Le volume d'eau fourni est donc assez important pour être pris en considération.

PLANCHE III.



Profil en travers de la pièce d'eau des Suisses.

Analyse de l'eau de la pièce des Suisses, prélevée le 25 juin 1895

(Les résultats sont toujours exprimés en milligrammes)

Degré hydrotimétrique.....	56°2
Matières organiques évaluée en(Acide.....	»
oxygène, absorbé en solution...(Alcaline...	9
Oxygène dissous.....	3.2
Chlore.....	76
Acide carbonique.....	40
Acide sulfurique.....	385
Nitrites.....	fortes traces.
Nitrates (En acide nitrique).....	7
Ammoniaque. — Sels ammoniacaux.....	1.1
Chaux.....	123
Magnésie.....	120
Soude.....	110
Alumine ferrugineuse.....	fortes traces
Silice.....	27
Résidu desséché à + 110°.....	882
Résidu calciné.....	679
Matière volatile au rouge.....	203

Examen bactériologique

Au 15^e jour, nous constatons la présence de 280 colonies par centimètre cube, parmi lesquelles 80 champignons ou moisissures et 200 germes vulgaires ; pas de microbes putrides, pas de coli-bacille, pas de germes pathogènes, pas de liquéfaction ; la culture était envahie par les moisissures.

Plusieurs cultures entreprises quelques jours après, ont donné des résultats se rapprochant sensiblement des précédents.

Malgré sa richesse hydrotimétrique, cette eau pourrait être consommée si elle ne renfermait pas une si grande quantité de matières organiques. D'autre part, l'absence de nitrites et

de coli-bacille assigne à ces matières une origine presque exclusivement végétale ; elles seraient le résultat de la décomposition de détritus de toutes sortes accumulés depuis plus de deux siècles au fond du bassin ?

A la suite des fortes chaleurs de 1895, le niveau de superficie de cette pièce d'eau, qui est de 1^m89, descendit à la côte de 1^m80. C'est le 24 juillet que l'on commença à constater cette baisse qui alla en s'accroissant jusqu'au 9 septembre, époque où elle atteignit son maximum. Cet abaissement extraordinaire provenait à la fois de l'évaporation de l'eau et de la diminution du débit des sources.

La conséquence de cet état de chose fut de mettre à découvert les bords vaseux du bassin et d'activer la décomposition des végétaux qui encadraient le pied de ses talus ; de plus, sous l'influence de la haute température, l'eau étant arrivée à atteindre 30°, les germes putrides, en se développant, occasionnèrent la mort des poissons et finalement l'infection complète de la pièce d'eau, dont les effets se firent sentir dans toute la ville.

Pour nous rendre un compte exact des causes réelles de l'infection, nous nous livrâmes à de nouvelles recherches sur de l'eau recueillie le 14 septembre, au plus fort de la période critique.

Cette eau présentait un aspect trouble et légèrement opalin ; elle laissait dégager une forte odeur d'hydrogène sulfuré et paraissait onctueuse au toucher.

Elle renfermait par litre les éléments gazeux suivants :

Hydrogène sulfuré.....	3 ^{cc} 30
Acide carbonique.....	8 50
Oxygène.....	0 00
Azote.....	14 50
Total.....	26 ^{cc} 30

Les autres substances sur lesquelles ont porté nos recherches, ont donné les résultats suivants :

Degré hydrotimétrique.....	53° 5
Soufre à l'état de sulfure.....	5.5
Nitrites.....	1.8
Ammoniaque (Sels d').....	5.6
Oxygène emprunté au permanganate en solution alcaline.....	496
Résidu desséché à + 110°.....	2592
— calciné.....	714
Matière volatile au rouge.....	1878

Analyse bactériologique

Le dixième jour, les plaques de gélatine étaient complètement liquéfiées ; nous avons, avant, constaté la présence de 430 colonies par centimètre cube, comprenant 180 bac-térium termo, 20 bacillus fluorescens liquéfiant et 230 micrococcus aquatilis. Pas de coli-bacille. Pas de bacille d'E-berth-Gaffky.

Le 19 septembre, nous constatons une diminution de l'hydrogène sulfuré gazeux, conséquence de l'infection com-plète de la pièce d'eau. En effet, les matières organiques d'origine animale, en se décomposant, avaient donné nais-sance, à la fin, à de l'hydrogène sulfuré et à de l'ammo-niaque ; c'est à la combinaison de ces deux gaz qu'était due la diminution de l'hydrogène sulfuré libre. En revan-che, l'eau renfermait beaucoup plus de sels ammoniacaux en dissolution.

En présence de cette situation, le conseil d'hygiène, réuni d'urgence, se prononça pour le curage immédiat de toute la pièce d'eau. Mais, d'autre part, vu l'opportunité, le maire de Versailles, prit sur lui de faire jeter dans le bassin 18.000

kilogrammes de sulfate ferreux et 21.000 kilogrammes de chaux vive. Cette mesure énergique mit fin à l'infection.

Pour nous, l'assainissement définitif de cette pièce d'eau devait consister dans le nettoyage complet de toutes les parties du bassin, puis dans le creusement de ses bords, de manière à donner au pied du talus de ses berges, une profondeur constante d'au moins 0^m40, de telle sorte que ces plages malsaines, recouvertes ordinairement d'une mince épaisseur d'eau disparaîtraient et seraient remplacées par la tranche d'eau conservatrice que nous proposons.

Cette opération permettrait de raviver les berges du bassin, de débarrasser ses abords des herbes aquatiques qui l'encombrent et qui, lors des fortes chaleurs, se dessèchent et meurent.

Ces herbes, en se décomposant, donnent lieu à des dépôts infectieux qui dégagent, à certaines époques, des émanations insupportables.

Vers la fin de 1897, les travaux demandés par le comité consultatif départemental d'hygiène de Seine et-Oise, qui avait eu à peu près la même pensée que nous, étaient terminés, le bassin avait été l'objet d'un nettoyage consciencieux et les berges remises en bon état.

Analyses chimiques et bactériologiques de l'eau de la pièce des Suisses prélevée le 21 mars 1899, plus d'une année après le nettoyage du bassin, après une longue période de pluies.

Degré hydrotimétrique.....	47°3
Matières organiques évaluées en { Acide.....	7.5
oxygène, absorbé en solution.. { Alcaline...	4
Oxygène dissous.....	8.7
Chlore.....	59.5
Acide carbonique.....	36

Acide sulfurique.....	538
Nitrites.....	»
Nitrates (en acide nitrique).....	5.8
Ammoniaque (Sels d').....	0.8
— albuminoïde.....	0.5
Chaux.....	342
Magnésie.....	36
Potasse.....	5
Soude.....	58
Alumine.....	6
Oxyde de fer.....	0.3
Silice.....	25
Résidu desséché à + 110°.....	984
— calciné.....	830
Perte au rouge.....	154

Composés hypothétiques

Carbonate de chaux.....	36
Sulfate de chaux.....	782
— de magnésie.....	108
Chlorure de sodium.....	98
Azotate de potasse.....	11
Alumine.....	6
Oxyde de fer.....	0.3
Silice.....	25

Analyse bactériologique (Germea aérobies)

Numération (par centimètre cube).....	12000
Date de la liquéfaction.....	7° jour
Champignons-moisissures.....	4000
Bacterium termo.....	1400
Bacillus fluorescens liquéfiant.....	600
Levures.....	»
Bacillus subtilis.....	1200
Micrococcus aquatilis.....	1400
Coli-bacille.....	Présence
Bacille d'Eberth-Gaffky.....	Absence
Bacilles chromogènes.....	3400

CONCLUSIONS

La dernière analyse fait ressortir les améliorations apportées dans la composition chimique de cette eau par le curage du bassin. Elle reste, malgré tout, beaucoup trop riche en matières organiques suspectes.

Au point de vue bactériologique, elle est franchement mauvaise, puisqu'à côté de nombreux germes putrides, on trouve le coli-bacille.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

En résumé, le service des eaux de la ville et de la banlieue de Versailles comprend des eaux d'étangs, des eaux de puits et des eaux de sources.*

L'eau distribuée par l'administration a une double origine, elle est constituée le plus souvent par un mélange d'eau des puits de Marly-Croissy et d'eau des étangs.

La proportion du mélange est très variable; quelques fois l'eau des étangs domine, à d'autres moments il n'y en a pour ainsi dire pas. Ce fait s'est produit plusieurs fois à la suite de sécheresses persistantes. C'est ce qui explique les différences énormes constatées dans la composition de l'eau d'une même fontaine, à différentes époques.

L'eau des sources dites de Colbert, est uniquement réservée à l'alimentation de quelques fontaines publiques. C'est la meilleure, la plus constante et la plus sûre au point de vue bactériologique. On ne peut lui reprocher qu'une minéralisation un peu exagérée.

Quant à l'eau de la Seine, elle a cessé depuis bientôt six ans d'être élevée par la machine de Marly. Pour le moment, on doit redoubler de surveillance, afin d'éviter des infiltrations du fleuve au niveau de la prise d'eau des pompes de

la machine. Ces infiltrations, si elles venaient à se prendre, souilleraient certainement le contenu des canaux citernes, ce qui serait d'autant plus fâcheux, que l'eau des puits Marly-Croissy est de bonne qualité, bien que présentant un degré hydrotimétrique un peu élevé.

Il serait urgent que l'eau des étangs supérieurs fut soumise à une filtration plus sérieuse et plus efficace, les systèmes de purifications sont nombreux ; et dans le cas contraire, qu'elle fut bannie de l'alimentation. Si, par son mélange avec l'eau des puits, l'eau des étangs contribue à abaisser dans de fortes proportions le degré hydrotimétrique, en revanche, en introduisant à certains moments une grande quantité de matière organique et un nombre considérable de microbes, dont plusieurs très redoutables, elle contribue à la souillure des réservoirs et de la canalisation de la ville, et rend très médiocre l'eau partout distribuée, soit chez l'habitant, soit dans les casernes et autres établissements civils et militaires.

L'eau des étangs de l'étage inférieur, système de Saclay, ne devrait jamais être utilisée pour l'alimentation. Son usage devrait se borner aux services de la voirie, du parc et des Trianons et les réservoirs de Gobert qui la reçoivent ne devraient servir à aucun autre usage.

En attendant cette réforme, qui s'impose, tous les établissements, toutes les agglomérations, tous les particuliers devraient faire usage de filtres domestiques.

Dans le cas de disette absolue, Versailles aurait encore une ressource supérieure à celle des puits particuliers, presque tous contaminés par des infiltrations. Nous voulons parler de la pièce d'eau des Suisses, que l'on pourrait utiliser à condition de n'employer l'eau qu'après l'avoir stérilisée par la filtration ou mieux par une ébullition de 15 minutes.

Le seul point de Versailles recevant encore de l'eau de la Seine est le plateau de Satory, où est établi le camp. Bien

que cette eau vienne par conduite spéciale de Choisy-le-Roi, à 9 kilomètres en amont de Paris, cela ne l'empêche pas d'être de mauvaise qualité, surtout au point de vue bactériologique.

Vu par le Président de la Thèse,
G. PLANCHON.

Vu :
Le Directeur de l'École,
G. PLANCHON.

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
GRÉARD.

PLANCHE I.

CARTE D'ENSEMBLE du système des Eaux blanches de Sources et de Seine alimentant la Ville de Versailles.

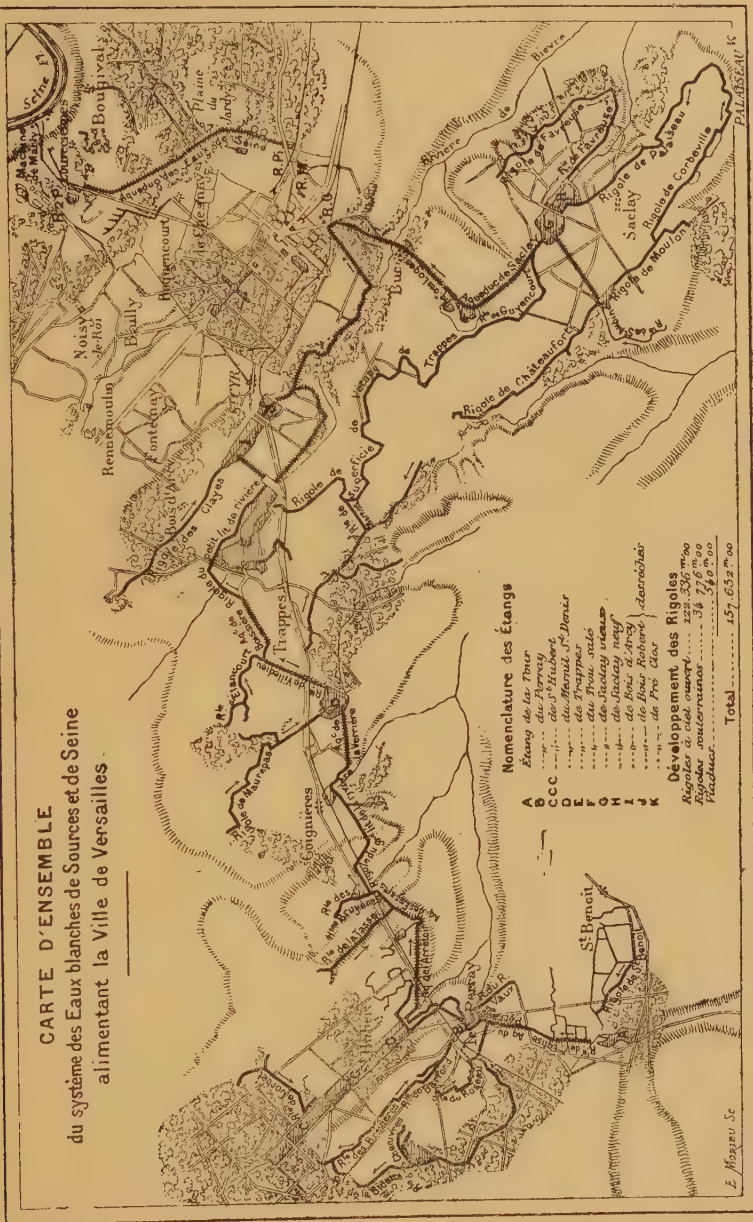
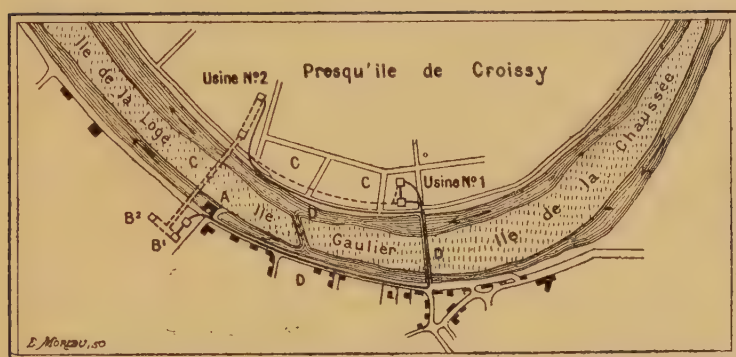
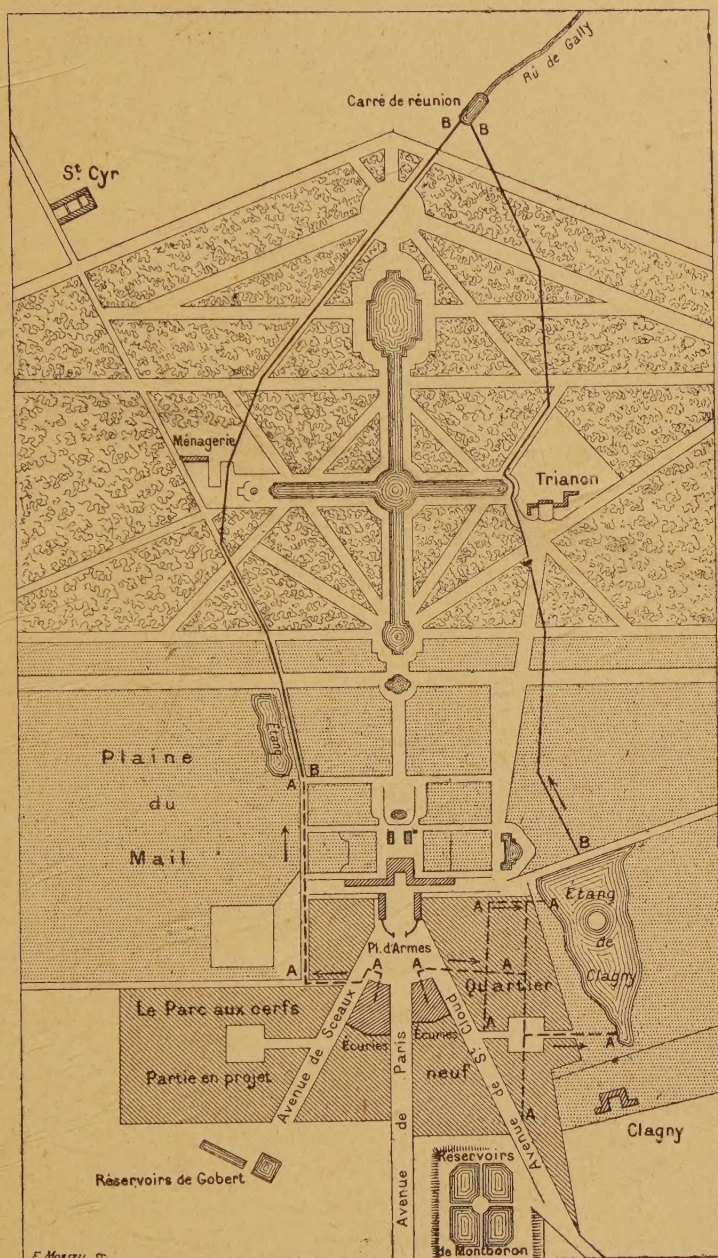


PLANCHE II.



Plan d'ensemble de l'établissement hydraulique de Marly et de la presqu'île de Croissy.

PLANCHE IV.



Plan de Versailles et premiers aquedues créés par Louis XIV (1678).

